

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-160111

(43)公開日 平成5年(1993)6月25日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/31	B	8518-4M		
21/205		7454-4M		
21/302	B	7353-4M		

審査請求 未請求 請求項の数8(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平3-324653

(22)出願日 平成3年(1991)12月9日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 星野 正和

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72)発明者 飯野 利喜

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72)発明者 藤田 昌洋

群馬県高崎市西横手町111番地 株式会

日立製作所高崎工場内

(74)代理人 弁理士 鶴沼 辰之

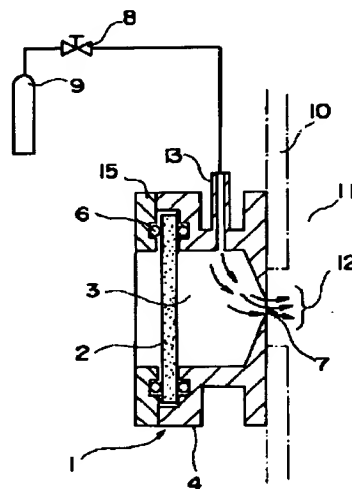
(54)【発明の名称】 半導体製造装置

(57)【要約】

【目的】 CVD装置やエッチング装置等に用いられる観測窓の反応生成物による汚染を防止し、常に窓ガラスをクリーンな状態に保つことにより、装置内の微粒子計測等を可能にし、半導体製造過程における歩留まりの向上と高スループット化を実現する。

【構成】 窓ガラス表面と反応容器壁面との間にガス導入管とガス流出用小孔を有する補助真空室を設け、圧力差により、クリーンガスが補助真空室から反応容器内に流れるような構成にした。

【効果】 反応生成物による窓ガラス表面の汚染を防止できるので、半導体製造装置の外部から窓ガラスを通して反応容器内への光導入や、反応容器内からの信号検出が容易になり、反応容器内の微粒子計測等ができるようになり、半導体製造過程の歩留まりの向上と高スループット化が実現できる。



1:観測窓 2:窓ガラス 3:補助真空室 4:シリンダ 5:フランジ  
6:オーリング 7:小孔 8:バルブ 9:ガスポンプ 10:壁面  
11:反応容器 12:ガス流れ 13:ガス導入管

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空状態の反応容器内を観察する観察窓を有する半導体製造装置において、前記観察窓と前記反応容器内との間に、該反応容器内へクリーンガスを流出する補助真空室を介在させたことを特徴とする半導体製造装置。

【請求項2】 真空状態の反応容器内のプラズマ状態を観察し、又は光計測用の光導入や信号検出のための観察窓を有する半導体製造装置において、前記観察窓の窓ガラス表面と前記反応容器の壁面との間に、クリーンガスの導入管及び流出用小孔を有する補助真空室を設け、該補助真空室から該反応容器内へ圧力差により該クリーンガスを流出することを特徴とする半導体製造装置。

【請求項3】 請求項1又は2記載の半導体製造装置において、前記補助真空室のガス流出用小孔部に反応生成物付着部材を一体化したことを特徴とする半導体製造装置。

【請求項4】 請求項1又は2記載の半導体製造装置において、前記補助真空室に光源及び光学系を付加し一体化したことを特徴とする半導体製造装置。

【請求項5】 請求項1又は2記載の半導体製造装置において、前記補助真空室に光検出器及び光フィルターを付加し一体化したことを特徴とする半導体製造装置。

【請求項6】 請求項1又は2記載の半導体製造装置において、前記観察窓の窓ガラスを光の進行方向に対して、直角以外の角度で取り付けしたことを特徴とする半導体製造装置。

【請求項7】 請求項1又は2記載の半導体製造装置において、前記観察窓の窓ガラスに光ファイバーを近接させて一体化したことを特徴とする半導体製造装置。

【請求項8】 請求項1ないし7のうちいずれかに記載の半導体製造装置に用いられた構造の観察窓を複数個設けたことを特徴とする半導体製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体製造装置に係り、特に反応生成物等により反応容器内が汚染されるCVD装置やエッチング装置などの真空雰囲気中の微小塵埃計測に好適な半導体製造装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】今後、16MDRAMから64MDRAMへと、急激に進む半導体素子の高集積化に伴い、エッチング装置やCVD装置等の半導体製造装置の多くは、真空雰囲気中でエッチングやCVDプロセスを行なうようになってきている。これらの製造プロセスにおける最大の課題は、製造プロセスにおいて発生する反応生成物による微小塵埃のウエハ表面への付着に起因した製品不良の発生による歩留まり低下や、装置クリーニングのための装置稼働停止によるスループットの低下などの防止である。これを実現するためには、これら製造プロセス

において発生する反応容器内での反応生成物による塵埃等を直接検出し、塵埃によるウエハ汚染を未然に防止する必要がある。

【0003】しかし、文献「エアロゾルテクノロジー；早川一也監訳(井上書院)」の328～329頁に述べられているように、微粒子計測に多く用いられている光散乱法をもちいた微粒子計数装置(レーザダストモニタ)等では、測定しようとする領域の塵埃を含む気体(大気圧)をサンプリングし、これに高密度化したレーザ等の光を照射し、微粒子により発生する散乱光を検出し、散乱光強度から塵埃の粒径を、発生回数から数を計測する。従って、この方法を半導体製造装置の反応容器内等の真空雰囲気中に浮遊する塵埃の計測に適用するためには、真空雰囲気中に浮遊する塵埃をサンプリングし、計測しなければならない。

【0004】しかし、真空雰囲気中に浮遊する塵埃を大気圧雰囲気中にサンプリングすることは困難であることや、サンプリング過程における塵埃の配管表面への付着やレスポンス等の問題があり、実現されていないのが現状である。また、光散乱法を用いたCVD装置やエッチング装置等の半導体製造装置の反応容器内の微粒子の直接計測については、光導入や信号検出用の窓が反応生成物により汚染されるという問題があり、実現されていない。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】半導体製造装置、特に、CVD装置では、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{TEOS}$ 等の原料ガスを真空(反応)容器内で反応させてウエハ面上に $\text{SiO}_2$ 等の薄膜を形成する。この過程において、反応生成物による微粒子が多数発生する。この微粒子の発生を検出し、制御することにより、半導体製造過程における歩留まりの向上や高スループット化を達成できる。しかし、このような装置において、光散乱法を用いて、反応容器内の微粒子を計測するためには、光(例えばレーザ光)を反応容器内に導入し、微粒子による散乱光を検出するための観察窓が不可欠であるが、しかしながら、CVD装置などでは、この観察窓に反応生成物が薄膜状や粒子状になって付着するために、観察窓の窓ガラスが反応生成物により汚染され、窓ガラスの光透過率が時々刻々変化する。そのため、入射光の強度が低下し、反応容器内の同じ大きさの微粒子からの散乱光強度も低下するという大きな問題があった。

【0006】本発明の目的は、この窓ガラスの反応生成物による薄膜や微粒子による汚染を防止することにより、CVD装置やエッチング装置等の半導体製造装置における微粒子計測を可能にし、半導体製造過程において発生する微粒子付着によるウエハ製造不良を低減し、歩留まりの向上と高スループット化を図ることにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため

に本発明は、真空状態の反応容器内を観察する観察窓を有する半導体製造装置において、前記観察窓と前記反応容器内との間に、該反応容器内へクリーンガスを流出する補助真空室を介在させたことを特徴とするものである。

【0008】また、真空状態の反応容器内のプラズマ状態を観察し、又は光計測用の光導入や信号検出のための観察窓を有する半導体製造装置において、前記観察窓の窓ガラス表面と前記反応容器の壁面との間に、クリーンガスの導入管及び流出用小孔を有する補助真空室を設け、該補助真空室から該反応容器内へ圧力差により該クリーンガスを流出することを特徴とするものである。

【0009】

【作用】上記構成によれば、外部から導入されるクリーンなガス（例えばArやHe）によるガス流の拡散や流れによって、反応容器内の反応性ガスが補助真空室内に流入することが防止され、窓ガラス表面に、反応生成物や反応性ガスが直接接することを防止することができるので、窓ガラス表面の汚染を防止することができる。そのため、反応容器内に導入される光強度を一定に保持でき、さらに、光信号の検出に対しても窓ガラスの影響を極力低減することができるようになる。これによって、CVD装置やエッチング装置等の半導体製造装置の外部から窓ガラスを通して反応容器内への光導入や、反応容器内からの信号検出が容易になり、反応容器内の微粒子直接計測等が容易に、精度良く行えるようになり、反応容器内において発生する反応生成物の微粒子によるウェハ汚染を未然に防止できる。そのため、半導体製造過程の歩留まりの向上と高スループット化を実現することができる。

【0010】

【実施例】以下、本発明のいくつかの実施例を図1から図7を用いて説明する。図1は本発明の第1実施例を示したものである。図1に示すように、観察窓1は、窓ガラス2、シリンダ4、フランジ5、ガス導入管13及びオーリング6からなる補助真空室3、及びガスポンベ9及びバルブ8よりなるクリーンガス供給系により構成される。

【0011】観察窓1を半導体製造装置の反応容器11の壁面10に取り付ける。通常、反応容器11内は数Torrから数ミリTorrに保持されている。従って、ガスポンベ9によりクリーンなガスを補助真空室3内に導入すると、補助真空室3と反応容器11との圧力差によって、クリーンなガスが補助真空室3の小孔7を通過して反応容器11内に矢印12のように流れ、反応容器内に流出する。常時、補助真空室3内の圧力が反応容器11内の圧力よりも高くなるようにバルブ8を調整することにより、窓ガラス2の表面には、反応容器11内の反応性ガスや反応生成物が拡散や流れに乗って到達するこ

とがなくなるので、常に窓ガラス2の表面をクリーンな状態に保持することが可能になる。

【0012】例えば、小孔7の直径を3mm、反応容器11内の圧力を0.1Torr、補助真空室3内の圧力を1Torrとすると、小孔7を通過して、反応容器内11内に流入するガスの流量は約100cc/min（0℃、1気圧）、流速は約100m/secとなる。

【0013】ガスポンベ9から供給するガスの種類は、半導体製造装置で用いる原料ガスのキャリアガスと同じガスを用いる。例えば、He、N<sub>2</sub>、Ar等であり、反応に及ぼす影響は少ない。

【0014】図2は本発明の第2実施例を示したものである。図2に示すように、観察窓1は、窓ガラス2、シリンダ4、フランジ5、ガス導入管13及びオーリング6からなる補助真空室3と、反応生成物付着板60と、加熱電源61と、ガスポンベ9及びバルブ8よりなるクリーンガス供給系とにより構成される。

【0015】観察窓1を半導体製造装置の反応容器11の壁面10に取り付ける。前述のように、通常、反応容器11内は数Torrから数ミリTorrに保持されており、バルブ8を調整することにより、補助真空室3内の圧力が反応容器11内の圧力よりも高くなり、クリーンなガスが補助真空室3の小孔7を通過して反応容器11内に流出するので、反応性ガスや反応生成物が拡散や流れに乗って到達することがなく、ガラス表面を常にクリーンに保持することが可能になる。

【0016】合わせて、この実施例では、反応生成物付着板60が小孔7に取り付けられている。これにより、小孔7に向かって流れる反応容器11内の反応性ガスや反応生成物の大半が反応生成物付着板60に衝突し付着する。さらに、加熱電源61により、反応生成物付着板60を加熱することにより、一旦付着した反応生成物を剥がれにくくすることができるので、常に窓ガラス2の表面をクリーンな状態に保持することが可能になる。

【0017】図3は本発明の第3実施例を示したものである。図3に示すように、本実施例では、シリンダ18により保持された光源15、シリンダ19により保持された光学系16を、第1実施例で示した観察窓1に一体化した観察窓が、半導体製造装置の反応容器11の壁面10に取り付けられている。光源15及び光学系16は、押え板20により、シリンダ17内に固定される構造になっている。

【0018】前述のように、補助真空室3内の圧力が反応容器11内の圧力よりも高くなり、反応性ガスや反応生成物が拡散や流れに乗って到達することがなく、ガラス表面を常にクリーンに保持することが可能になる。

【0019】このような状態で、光源15（例えばレーザ）からの光21は、光学系16を経て、窓ガラス2を透過し、小孔7を通り、反応容器11内に導入されるので、窓ガラス2の反応生成物等の汚染による透過率の低

減の影響を受けることなく、反応容器11内に光導入を行なうことが可能になる。

【0020】図4は、本発明の第4実施例を示したものである。この実施例では、第3実施例における観測窓の光源15を光検出器22に、光学系16を光フィルター23に変更した観測窓が、半導体製造装置の反応容器11の壁面10に取り付けられている。光検出器22及び光フィルター23は、押え板20により、シリンダ17内に固定される構造になっている。

【0021】本実施例も前述のように、補助真空室3内と反応容器11内との圧力差により、ガラス表面を常にクリーンに保持することが可能になる。

【0022】このような状態で、反応容器11内に発生する光25を小孔7を通して、光フィルター23を用いることにより、必要な波長の光のみを、窓ガラス2の反応生成物等の汚染による透過率の低減の影響を受けることなく光検出器22により検出することができる。

【0023】図5は本発明の第5実施例を示したものである。この実施例では、第3実施例で示した観測窓において、窓ガラス2を光の進行方向に対して、90度より小さい取付け角度 $\theta$ で取り付けられた観測窓が、半導体製造装置の反応容器11の壁面10に取り付けられている。光源15及び光学系16は、押え板20により、シリンダ27内に固定される構造になっている。

【0024】この場合も前述のように、圧力差により反応性ガスや反応生成物がガラス表面に到達することがない。

【0025】このような状態で、光源15（例えばレーザ）からの光26は、光学系16を経て、窓ガラス2を透過し、小孔7を通り、反応容器11内に導入される。例えば、レーザ光の波長が632.8nmの場合に窓ガラス2の取付け角度 $\theta$ を57度39分（一般にブリュースタ角と呼ばれる）にすると、光源15からの電界に平行な偏光面（通常P偏光と呼ぶ）を有するレーザ光の窓ガラス2の表面での反射をほぼ零にすることができる。このような構造にしないと約4%程度が反射する。

【0026】同様に、図4に示した第4実施例における窓ガラス2を傾けることも可能である。このようにすることにより、電界に平行な偏光面（通常P偏光と呼ぶ）を有する光のみを選択的に検出することができる。

【0027】図6は本発明の第6実施例を示したものである。図6に示すように、本実施例では、第1実施例で示した観測窓1に、光ファイバー63が一体化された観測窓が、半導体製造装置の反応容器11の壁面10に取り付けられている。

【0028】本実施例の場合もまた、前述のようにクリーンなガスが反応容器11内に流出するので、窓ガラス2の表面は常にクリーンな状態に保持される。

【0029】そのため、窓ガラス2の反応生成物等の汚染による透過率の低減の影響を受けることなく、

（1）光ファイバー63の他端に設けられた光源（例えばレーザ）からの光を、窓ガラス2を透過させて、小孔7を通り、反応容器11内に導入することができる。

【0030】（2）また、逆に反応容器11内に発生する光信号を光ファイバー63を介して検出することができる。

【0031】図7は本発明の第7実施例を示したものである。この実施例では、半導体素子製造用のCVD装置に、上記実施例で示した構造の観測窓が複数個取り付けられている。

【0032】図7に示すように、CVD装置では、ゲートバルブ37、ターボ分子ポンプ36、バルブ38、39、ロータリポンプ40及び排ガス処理装置41よりなる真空排気系を用いて、反応容器30内を低圧状態にする。そして、反応容器30内にガス供給装置31を用いて、SiH<sub>4</sub>やTEOS等の原料ガスを導入し、下部電極32と上部電極34の間に、プラズマ電源35により電圧を印加し、下部電極32と上部電極34の間にプラズマを発生させる。

【0033】これにより、原料ガスが反応し、ウエハ33表面上にSiO<sub>2</sub>薄膜等が形成される。この過程において、不用品が反応容器30の壁面42に付着する。この膜が振動や壁面温度の変化等の原因により、壁面42から剥離し、再度、低圧反応容器30内に浮遊し、それらの中のあるものは、ウエハ33表面に再付着する。これが、半導体製造過程における歩留まりの低下やスループット低下の原因になる。

【0034】そこで、本実施例では、反応容器30の壁面に、例えば第3実施例の観測窓43及び第4実施例の観測窓44、45を取り付けた。そして、各々の観測窓にガスボンベ46から、クリーンガスを各観測窓の補助真空室内の圧力が反応容器30内の圧力より高くなるようにバルブ47、48、49を調整して供給する。これにより、観測窓の窓ガラスは、反応生成物による汚染から保護される。

【0035】観測窓43から発せられたレーザ光50が、観測窓44に入射するように反対側の壁面に観測窓43を設置する。このようにすることにより、観測窓43から発せられたレーザ光50が反応容器30内に発生した反応生成物により散乱されるために、光検出セル44に到達するレーザ光50の強度が減衰する。この減衰量を検出し、信号処理装置51を用いることにより、反応容器30内に浮遊する微粒子を検出できる。

【0036】また、同時に、観測窓45により、反応容器30内に浮遊する微粒子による散乱光を検出し、信号処理装置52を用いることにより、反応容器30内に発生した微粒子を検出できるので、装置のクリーニングを効果的に実施できる。これにより、ウエハへの塵埃の付着による製造不良を低減できるようになるので、半導体製造プロセスにおける歩留まりの向上及びスループット

の向上を実現することができるという効果がある。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、以下の効果がある。

【0038】(1) 観測窓を有する半導体製造装置の観測窓の窓ガラス表面の反応性ガスや反応生成物による汚染を防止できる。

【0039】(2) CVD装置やエッチング装置内などの真空雰囲気中に浮遊する微小塵埃の数や粒径を常時精度良く検出できる。

【0040】(3) これら半導体製造装置の運転中における塵埃の異常発生を知ることができるので、装置のクリーニングを効果的に実施できる。

【0041】(4) これにより、ウエハへの塵埃の付着による製造不良を低減できるようになるので、半導体製造プロセスにおける歩留まりの向上及びスループットの向上が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の第1実施例の半導体製造装置の構成を示す構成図である。

【図2】図2は、本発明の第2実施例の半導体製造装置の構成を示す構成図である。

【図3】図3は、本発明の第3実施例の半導体製造装置の構成を示す構成図である。

【図4】図4は、本発明の第4実施例の半導体製造装置の構成を示す構成図である。

【図5】図5は、本発明の第5実施例の半導体製造装置の構成を示す構成図である。

【図6】図6は、本発明の第6実施例の半導体製造装置の構成を示す構成図である。

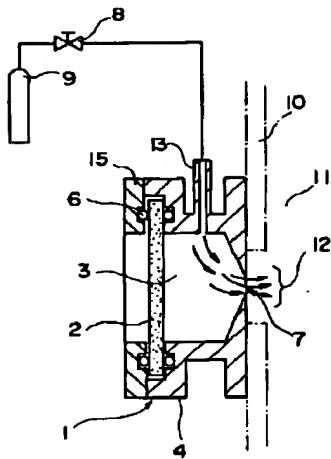
【図7】図7は、本発明の第7実施例を示すブロック説明図である。

【符号の説明】

- 1 観測窓
- 2 窓ガラス
- 3 補助真空室
- 4 シリンダ
- 5 フランジ
- 6 オーリング

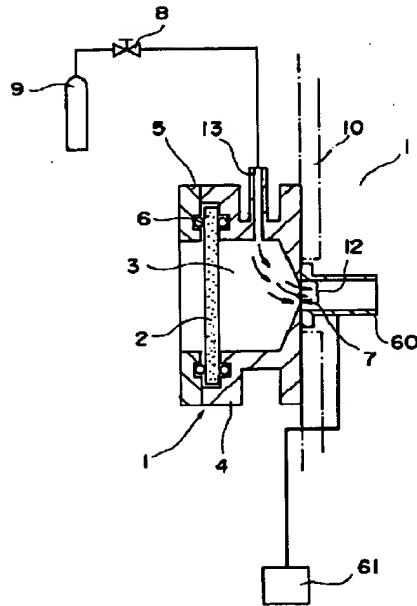
- 7 小孔
- 8 バルブ
- 9 ガスボンベ
- 10 壁面
- 11 反応容器
- 12 ガス流れ
- 13 ガス導入管
- 14 光導入セル
- 15 光源
- 16 光学系
- 17、18、19 シリンダ
- 20 押さえ板
- 21 光
- 22 光検出器
- 23 光フィルター
- 24 光検出セル
- 25、26 光
- 27 シリンダ
- 30 反応容器
- 31 ガス供給装置
- 32 下部電極
- 33 ウエハ
- 34 上部電極
- 35 プラズマ電源
- 36 ターボ分子ポンプ
- 37 ゲートバルブ
- 38、39 バルブ
- 40 ロータリポンプ
- 41 排ガス処理装置
- 42 壁面
- 43 光導入セル
- 44、45 光検出セル
- 46 ガスボンベ
- 47、48、49 バルブ
- 50 レーザ光
- 51、52 信号処理装置
- 60 反応生成物付着板
- 61 加熱電源
- 63 光ファイバー

【図1】



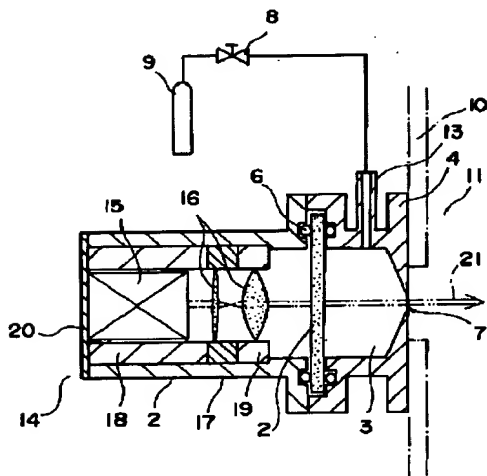
1: 観窓 2: 窓ガラス 3: 補助真空室 4: シリンダ 5: フランジ  
6: オーリング 7: 小孔 8: バルブ 9: ガスポンプ 10: 壁面  
11: 反応容器 12: ガス流れ 13: ガス導入管

【図2】



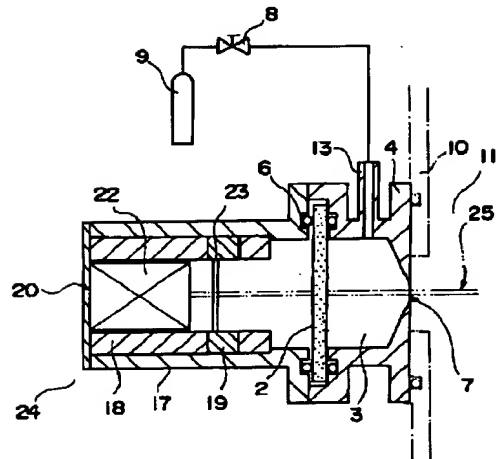
60: 反応生成物付着板 61: 加熱電源

【図3】



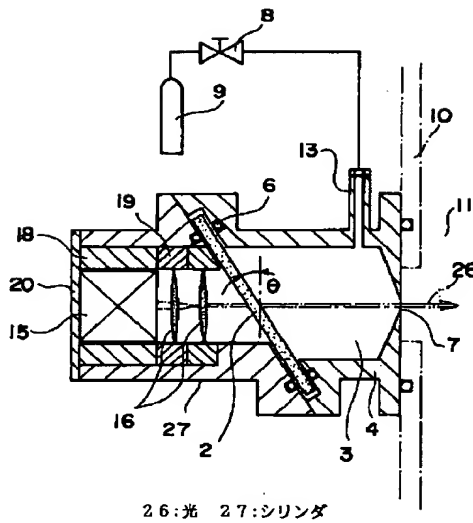
14: 光導入セル 15: 光源 16: 光学系 17, 18, 19: シリンダ  
20: 押さえ板 21: 光

【図4】

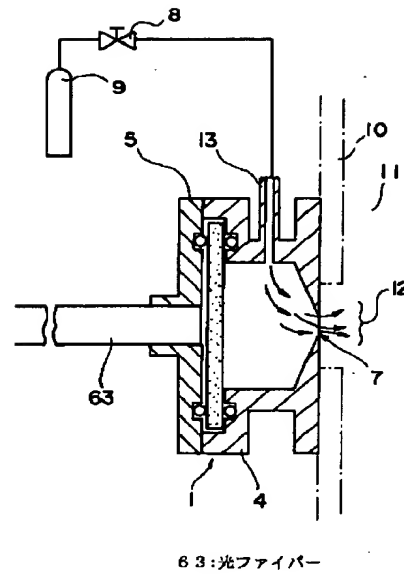


22: 光検出器 23: 光フィルター 24: 光検出セル 25: 光

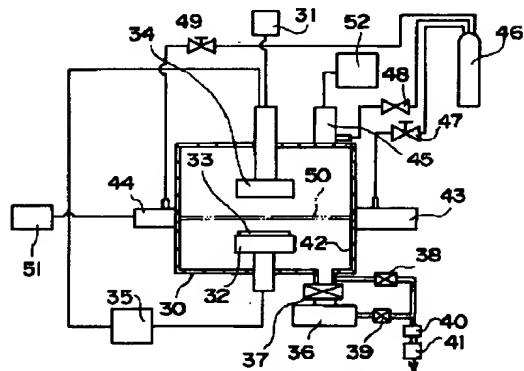
【図5】



【図6】



【図7】



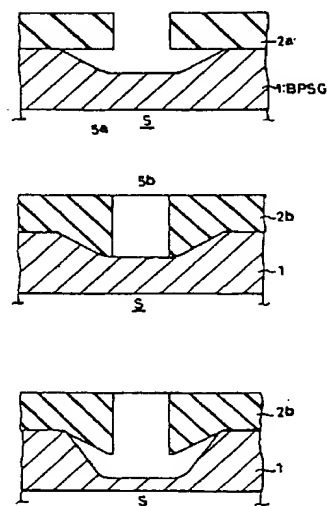
30:反応容器 31:ガス供給装置 32:下部電極 33:ウエハ 34:上部電極 35:プラズマ電源 36:ターボ分子ポンプ 37:ゲートバルブ 38,39:バルブ 40:ロータリポンプ 41:排ガス処理装置 42:壁面 43:光導入セル 44,45:光検出セル 46:ガスポンプ 47,48,49:バルブ 50:レーザー光 51,52:信号処理装置

**(54) ETCHING METHOD**

(11) 5-160107 (A) (43) 25.6.1993 JP  
 (21) Appl. No. 3-327318 (22) 11.12.1991  
 (71) SHARP CORP (72) MASARU KATSURAGI  
 (51) Int. Cl<sup>5</sup>. H01L21/306, H01L21/28//H01L21/302

**PURPOSE:** To reduce the aspect ratio while suppressing the increase in the diameter of opening by exposing a film, then forming a resist pattern having the same pattern as that of said film and performing wet etching by masking the resist pattern.

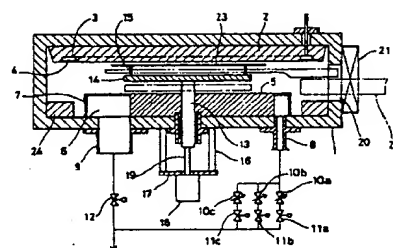
**CONSTITUTION:** A resist 2a is coated on a BPSG film 1 formed on a substrate S and patterning is performed. Using the resist 2a as mask, the BPSG film 1 is wet etched to the predetermined depth, and a pit 5a isotropically etched can be obtained. Then, the resist 2a is removed, a resist 2b is coated again on the exposed BPSG film 1, and the resist 2b is buried within the pit 5a previously formed. Resists 2b having the same pattern as that of the previously formed resist is patterned. Then, wet etching with an amount smaller than that of previous one is performed, and the pit 5a with a suppressed diameter of opening can be formed by the resists 2b buried in the lateral direction of the pit 5a.

**(54) AIRTIGHT CHAMBER OF SEMICONDUCTOR PRODUCTION EQUIPMENT**

(11) 5-160110 (A) (43) 25.6.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 3-348908 (22) 5.12.1991  
 (71) KOKUSAI ELECTRIC CO LTD(1) (72) FUMIO MURAMATSU(4)  
 (51) Int. Cl<sup>5</sup>. H01L21/31//C23C14/56

**PURPOSE:** To shorten gas supply-and-exhaust time while restricting the production of particles in an airtight chamber of semiconductor production equipment.

**CONSTITUTION:** In an airtight chamber of a semiconductor production equipment having gas supply and exhaust functions, gas supply hole and exhaust hole 3, 6 are made in the required area in the airtight chamber 1, the supply and exhaust holes are closed with lids 4, 7 made of a porous material, the supply and exhaust are performed with the supply hole and exhaust hole having large areas, uniform velocities are obtained throughout the supply hole and exhaust hole, and gas supply and exhaust time is shortened while suppressing the production of particles.

**(54) SEMICONDUCTOR PRODUCTION EQUIPMENT**

(11) 5-160111 (A) (43) 25.6.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 3-324653 (22) 9.12.1991  
 (71) HITACHI LTD (72) MASAKAZU HOSHINO(2)  
 (51) Int. Cl<sup>5</sup>. H01L21/31, H01L21/205, H01L21/302

**PURPOSE:** To reduce defects in wafer production due to adhesion of particles produced in the semiconductor production process and to realize an improvement in yield and a high throughput by installing an auxiliary vacuum chamber for discharging a clean gas into a reaction vessel between an observation window and the inside of the reaction vessel.

**CONSTITUTION:** When a clean gas is introduced from a gas bomb 9 to an auxiliary vacuum chamber 3, the clean gas flows to a reaction vessel 11 in the arrow direction through a small hole 7 of the auxiliary vacuum chamber 3 by the pressure difference between the auxiliary vacuum chamber 3 and reaction vessel 11 and flows into the inside of the reaction chamber. By adjusting a valve 8 so that the pressure inside the auxiliary vacuum chamber 3 may be higher than that in the reaction vessel at all times, a reactive gas or reactive products inside the reaction vessel 11 will not reach the surface of a window glass 2 due to diffusion or flow, so that the surface of the window glass 2 can always be maintained in a clean state.

